

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra kvality zemědělských produktů



Vliv zmrazeného těsta na jakost a trvanlivost pekařských výrobků

Bakalářská práce

Autor práce: Veronika Hliněnská

Vedoucí práce: Ing. Oldřich Faměra, CSc.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv zmrazeného těsta na jakost a trvanlivost pekařských výrobků " jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. dubna 2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Oldřichu Faměrovi, CSc., jako vedoucímu mé bakalářské práce, za odborné názory, rady, uvedení do problematiky a vedení této práce.

Vliv zmrazeného těsta na jakost a trvanlivost pekařských výrobků

Souhrn

Pekárenské produkty jsou jednou z nejdůležitějších součástí stravy dnešních lidí. Kvůli zjednodušení výroby a co nejefektivnějšímu prodeji se začal využívat postup výroby pečiva zahrnující zmrazování.

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat přehled literatury o technologii mražení ve výrobě pečiva. Byla popsána technologie řízeného kynutí, která umožní přerušení výroby na několik hodin. Mražení již upečených klonků je dalším způsobem, kdy dojde ke zmrazení po úplném upečení výrobku. Také bylo přiblíženo, jak se zmrazované pečivo skladuje, rozmrazuje a kyne. Režimy pečení se rozdělují na dvě etapy, a to předpečení a následné dopečení. Nedílnou součástí zmrazování těsta je chladírenská technika.

V další části bylo cílem popsat vliv mražení na těsto a pečivo. V mnoha vědeckých pracích bylo zjištěno, že zmrazené polotovary stárnou rychleji než čerstvé pečivo. Je to způsobeno nepříznivým vlivem mražení na kvasinky a strukturu těsta. Pro efektivní zhodnocení kvality pečiva nebo těsta se používají reologická měření. Hodnotit kvalitu lze i sensoricky vyškolenými pracovníky.

Sortiment pekařských výrobků ze zmrazeného polotovaru byl v obchodech zjištěn velmi různorodý. V malých prodejnách je převaha čerstvého pečiva, které je dodáváno z okolních pekáren. Velké supermarkety mívají čerstvé pečivo z vlastní pekárny, také se zde často setkáváme s pouhým dopékáním zmrazených polotovarů. V některých je dokonce tohoto pečiva více než čerstvého.

Aby se spotřebitelé lépe orientovali v nabídce pečiva a dokázali rozlišit polotovary od čerstvého pečiva, existují legislativní předpisy, které nařizují správné označování těchto výrobků.

Klíčová slova: zmrazené těsto, kvalita pečiva, sensorická analýza, trvanlivost pečiva, stárnutí pečiva

Influence frozen dough on the quality and on the durability of bakery products

Summary

Bakery products are one of the most important parts of the people diet. For the simplification of the bakery production and the most effective sale was started manufacturing process involving freezing.

The aim of this bachelor's work was writing a literature review about freezing technology in bakery production. There was described a technology of controlled proofing that can interrupt a production for several hours. Another way of baking is freezing of fully baked dough pieces. In this work there was described storing, thawing and proofing. There are two steps of baking. The first one is pre-baking and the second is fully-baking. Very important part of freezing is refrigeration equipment.

In the second part there was described influence of freezing dough on the quality and on the durability of bakery products. In several thesis there was find out that semi-frozen pastry are growing-old more quickly than fresh pastry. This is caused by negative impact on yeast and dough structure. Quality is assessed rheologically and sensory by experts.

Assortment of frozen bakery products in stores is different. There are more fresh bakery products from nearby bakeries in small stores. There are local bakeries for baking a fresh pastry in large supermarkets. There are also a lot of semi-frozen pastry in large supermarkets. There are more semi-frozen pastry than the fresh pastry in some of these supermarkets.

For more comfortable orientation in pastries selection there are legislative laws which correct labeling of fresh and frozen bakery products.

Keywords: frozen dough, quality of bakery products, sensory analysis, durability of bakery products, ageing of bakery products

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce.....	9
3	Přehled literatury.....	10
3.1	Historie – co bylo před pečivem.....	10
3.2	Suroviny pro výrobu zmrazovaného pečiva.....	10
3.2.1	Mouka.....	10
3.2.2	Voda.....	13
3.2.3	Droždí.....	13
3.2.4	Sůl.....	14
3.2.5	Cukr.....	14
3.2.6	Tuk.....	15
3.2.7	Mléko.....	15
3.2.8	Ostatní suroviny.....	16
3.3	Technologie mražení ve výrobě pečiva.....	17
3.3.1	Řízené kynutí.....	18
3.3.2	Mražení upečených výrobků.....	20
3.3.3	Skladování zmražených výrobků.....	20
3.3.4	Rozmrazování výrobků.....	20
3.3.5	Dokynutí.....	21
3.3.6	Režimy pečení.....	21
3.3.7	Chladírenská technika.....	23
3.4	Vliv mražení na těsto a pečivo.....	26
3.4.1	Stárnutí pečiva v důsledku rozmrazování.....	26
3.4.2	Kvalita předpečených a dopékaných výrobků.....	27
3.4.3	Reologické hodnocení kvality těsta a pekárenských výrobků.....	28
3.4.4	Senzorické hodnocení kvality pekárenských výrobků.....	29
4	Sortiment pekařských výrobků ze zmrazeného polotovaru.....	30
4.1	Nabídka jednotlivých supermarketů.....	31
4.1.1	Supermarket Albert.....	31
4.1.2	Tesco – hypermarket.....	32
4.1.3	Penny market.....	33
4.1.4	Globus.....	34
4.1.5	Konzum.....	35
4.2	Celkové hodnocení nabídky supermarketů.....	36
4.3	Hradecká pekárna s. r. o.Chyba! Záložka není definována.	
4.4	Legislativa označování produktů ze zmrazeného polotovaru.....	36
4.4.1	Pravidla pro označování pekařských i cukrářských výrobků po hlubokém zmrazení.....	36
4.4.2	Nové definice druhů výrobků dle vyhlášky.....	37
5	Závěr.....	38
6	Seznam literatury.....	39

1 Úvod

Bakalářská práce je zaměřena na produkci pekařských výrobků, které se díky novým metodám a zefektivnění výroby kynutého pečiva zmrazují, a to v různých stádiích technologického výrobního procesu.

Zmrazování pekařských výrobků má svůj význam, jde o určitý druh konzervace potravin, která umožní delší skladovací dobu výrobku díky snížení kvasné aktivity a zpomalení enzymatické redukce látek v těstě.

Tato nová technologie řeší plynulost výroby v portfoliu výrobků. Dalším přínosem je snížení zmetkovitosti. Kladou se vysoké nároky na přesnou teplotu těsta, užívají se kvalitní suroviny a zlepšující přípravky.

2 Cíl práce

Cílem práce je řešení problematiky zmrazování pekařských výrobků. Zaměřuje se na technologii výroby a uchovávání pečiva mrazením. Osvětluje také režim pečení a trvanlivost mražených pekařských výrobků a hodnocení jejich jakosti.

V práci je uveden sortiment těchto produktů zjištěný z různých obchodních řetězců a dále legislativní podklady pro prodej výrobků ze zmrazeného polotovaru.

3 Přehled literatury

3.1 Historie – co bylo před pečivem

Když bylo v minulosti objeveno obilné zrnó, jeho zpracování lidmi spočívalo v pouhém drcení mezi zuby. Pomocí slin došlo ke zcukernění škrobu a vyvolání žádané sladké chuti. Později se začalo drtit zrna mezi kameny. Obilí se stalo důležitou součástí lidské stravy, proto se začaly rozvíjet mechanismy, které měly zjednodušit jeho zpracování. Mlelo se pomocí zvířecí tažné síly.

Získaná mouka se přesívala přes síto, následně byla míchána s vodou. Takto připravené kaše se konzumovaly nejprve za syrového stavu, později tepelně opračované ohněm. Oheň byl taktéž využíván na pražení zrn, což vyvolalo jejich větší chutnost.

Po kaších se začaly vyrábět obilné placky, které byly opékány na rozpálených kamnech nebo primitivních pecích (Szemes a Karovič, 1991).

3.2 Suroviny pro výrobu zmrazovaného pečiva

3.2.1 Mouka

Jednou z hlavních surovin je mouka. Ta je základem pro celý pekařský sortiment. Právě kvalita mouky, dalších surovin a technologie výroby mají vliv na finální produkt. Nejčastěji používané mouky jsou žitné a pšeničné. Žitná má větší lepivost a díky mastným kyselinám rychleji žlukne (Šedivý a kol., 2013).

Pro výrobu pečiva určeného ke zmrazení užíváme převážně mouku hladkou pšeničnou s označením T530, získanou z druhu pšenice *Triticum aestivum* (Příhoda a kol., 2003). Při mražení je mouka vystavena negativním účinkům, proto je důležité použít kvalitní mouku s obsahem bílkovin 12,5 – 13,5% a číslem poklesu vyšším než 300s (Kopáčová, 2000).

U mouky, která slouží k výrobě zmrazovaného pečiva, je velmi důležitá také kvalita lepku. Lepek ovlivní celkovou kvalitu konečného výrobku, protože váže vodu, způsobuje tažnost a pružnost. Pokud je zjištěno, že je lepek nedostatek, lze mouku fortifikovat vitálním lepem (Skalický, 1997).

Lepek v mouce ani nativním zrnó není. Vzniká po propojení sítě bílkoviny pšenice. Lepek lze izolovat z těsta vypíráním vodou. Postupně tak z těsta odcházejí látky rozpustné ve vodě spolu se škrobem, přičemž zůstane po nějaké době tzv. „mokrý lepek“. Mokrý lepek můžeme

ochudit o zbytek vody odstředěním nebo mačkáním. Tato operace lze uskutečnit pouze u pšenice, ostatní obiloviny takovýto gel neposkytují (Příhoda a kol., 2003b).

Kvalita lepku je hodnocena parametrem „bobtnavost“, což znamená vzrůst objemu lepku v roztoku kyseliny mléčné. Tento způsob napodobuje chování lepku v budoucím těstě při zrání neboli fermentaci, při které vznikají organické kyseliny (Khan and Bushuk, 1978).

Mouka musí splňovat pekařská jakostní kritéria jako je tvoření plynu oxidu uhličitého, „sílu mouky“ (zadržení kvasných plynů), dále barvu a schopnost tmavnutí (Hampl, 1962).

Schopnost tvorby plynu závisí na cukrotvorné činnosti, která je způsobena obsahem cukru a činností alfa a beta amylázy. Špatná plynotvorná schopnost způsobuje malý objem, horší pórovitost a světlou barvu kůrky (Hrabě a kol., 2006). Tmavnutí střídy je způsobeno činností tyrozinázy. To je enzym, který oxidací tyrozinu zapříčiní tmavou barvu (Hampl, 1962). Barva mouky se odvíjí od barvy samotné pšenice. Pšenice může být žlutá, zbarvená do oranžova až červená. Pokud je mouka našedlá, vypovídá to o vyšším množství poškozeného škrobu. Díky tomu se mouka hůře využívá do pekárenství (Příhoda a kol., 2003a). Ovlivnit pekařskou kvalitu může také granulace mouky. Při menší, jemnější granulaci dochází k rychlejší hydrataci bílkovin, mouka má vyšší cukrotvornou schopnost a také větší vaznost (Hampl, 1962).

3.2.1.1 Metody stanovení kvality obilí

Metody stanovení kvality obilí závisí na konkrétních požadavcích pro zpracování. Pšenice je v pekařství stále nejpoužívanější obilninou. Pro stanovení její jakosti se užívají hodnocení obchodních ukazatelů, znaky mlynářské jakosti a znaky pekařské jakosti (Wrigley et Betej, 2010).

3.2.1.1.1 Obchodní ukazatele

Obchodní ukazatele jsou hodnoceny znaky smyslovými jako barva, chuť, pach. Na základě toho se určí zdravotní stav. Objektivními znaky potom jsou vlhkost, obsažené příměsi a nečistoty.

3.2.1.1.2 Mlynářská jakost

Stanovují se nepřímými znaky, což jsou fyzikálně-mechanické vlastnosti zrna. Hodnotí se objemová hmotnost, hmotnost tisíce zrn (HTZ), hmotnostní podíl na sítěch, tvrdost, tvar a

vyrovnanost zrna. Upřednostňovanými znaky jsou velikostně vyrovnaná zrna s mělkou rýhou, tenkými obaly a hladkým povrchem (Příhoda a kol, 2003a).

3.2.1.1.3 Pekařská jakost

Pekařská jakost zkoumá jakostní znaky při zpracování mouk. Znaky se většinou projeví až na hotovém výrobku. Mohou ovlivnit jeho tvar, pórovitost, objem či kyprost. Záleží hlavně na obsahu hlavních složek, což jsou bílkoviny a škrob (Příhoda a kol, 2003a). Kritéria, která se hodnotí, lze rozdělit na hlavní a doplňková (Horáková, 2011).

Hlavní kritéria hodnotí jednotlivé odrůdy a patří sem:

1. Rapid Mix test na objem pečiva
2. Obsah dusíkatých látek v sušině
3. Zeleného test
4. Číslo poklesu
5. Objemová hmotnost
6. Vaznost mouky

Doplňková kritéria pro hodnocení odrůd:

1. Tvrdost
2. Alveografické hodnocení

Na základě vyhodnocení těchto znaků se pšenice zařazuje do jednotlivých skupin. Nejvyšší je E (elitní pšenice), následuje A (kvalitní pšenice), poté B (chlebová pšenice) a poslední skupinou je C (nevhodná pšenice). Chlebové se označují také jako doplňkové, zpracované nejlépe ve směsi a nevhodné se nehodí do kynutých těst (Jurečka a Beneš, 2000).

3.2.1.2 Škrob

Škrob zastupuje asi 80% obsahu jakéhokoli druhu mouky. Je tedy její hlavní složkou. Je to polysacharid tvořený jednotkou amylozy a amylopektinu. Obě tyto frakce jsou sestaveny z molekul glukózy. V pekařství se u škrobu využívá vlastností jako bobtnavost, mazovatění a retrogradace. Retrogradace probíhá v upečeném výrobku a je to návrat škrobových jednotek do původní struktury, přitom částečně odchází voda a ztrácí se pružnost gelu. Díky tomu mají pekařské výrobky krátkou dobu trvanlivosti (Kotrba a Salaquarda, 2010).

Dodevska et al. (2015) ve své práci uvedli, že rezistentní škrob může spolu s pohybem snížit pravděpodobnost vzniku diabetu u dospělých obézních lidí. Zároveň působí pozitivně na redukci jejich hmotnosti. Rezistentní škrob má podobné účinky jako nerozpustná vláknina. Ta je pro lidský organismus nestravitelná a dostane se trávicím traktem až do střev, kde je mikroorganismy fermentována na mastné kyseliny, které slouží jako energie.

3.2.2 Voda

Voda vytváří s moukou homogenní hmotu, je proto také základní surovinou pro výrobu těsta. Musí být pitná, čirá, bezbarvá, bez vůně a pachu. Tvrdost je ovlivněna hořečnatými a vápenatými ionty. Nesmí obsahovat koliformní bakterie, v 1 ml nesmí být více než 20 mezofilních bakterií, musí být bez patogenních mikroorganismů (Šedivý a kol., 2013). Pokud je ve vodě těchto mikroorganismů nalezeno více, poukazuje to na vodu znečištěnou látkami výkalového původu z půdního povrchu nebo půdních vrstev (Drdák, 1996).

Voda spojuje a rozpouští suroviny, je přenašečem tepla (Šedivý a kol., 2013).

3.2.3 Droždí

Pekárenským droždím označujeme vylisované kvasinky *Saccharomyces cerevisiae* Hansen. Tyto jednobuněčné houby mají za úkol zkvašovat sacharidy, a to především glukózu, fruktózu, sacharózu, maltózu, další disacharidy a trisacharidy, nezksvašují však laktózu a všechny pentózy. Děje se to jak za přítomnosti kyslíku, tak anaerobně.

Význam kvašení spočívá v kypření těsta, také tvoří aromatické látky, mění charakter těsta, zvětšuje objem.

Droždí je nejčastěji používaným kypřidlem. Uplatnění má především v kynutém pečivu, mezi které řadíme pečivo běžné, jemné, plundrové, smažené nebo trvanlivé. Dále se s jeho užitím vyrábí 80% chleba (Šedivý a kol., 2013).

Pro mražená těsta se využívá rod *Saccharomyces rosei*, a to z toho důvodu, že tyto kvasinky mají větší odolnost vůči zmrazování (Hahn and Hiroyasu, 1990).

V pekařství má etanolová fermentace hlavní význam v produkci kvasného plynu CO₂ (oxidu uhličitého) na rozdíl od lihovarství. Tento plyn způsobuje kypření těsta (Šedivý a kol., 2015).

Kvasný proces startuje po smíchání droždí s vodou a dalšími ingrediencemi, jeho délka je okolo jedné až čtyř hodin v závislosti na technologii. Teplota pro zpracování těst s užitím droždí se pohybuje mezi 22 až 25 stupni Celsia. Mezi užívané droždí v pekařství patří čerstvé lisované, to je nejpoužívanější. Dalším oblíbeným droždím je tekuté krémové droždí, tekuté a sušené (Šedivý a kol., 2013).

3.2.4 Sůl

Pro pekárenské účely se používá kuchyňská sůl, chemicky chlorid sodný, občas také s přídavkem jodičnanu sodného nebo draselného, to se potom jedná o jodidovanou sůl. Sůl má účel chuťový, ale také se podílí na tvorbě struktury lepku. Sůl hydratuje bílkoviny, podílí se tedy na textuře střídy pečiva (Šedivý a kol., 2015). Sůl má vliv na reologické vlastnosti těsta, těsto činí tužší a snižuje vaznost mouky. Také má negativní vliv na kvasné procesy, které brzdí, protože potlačuje funkce enzymů. Díky tomu sůl snižuje produkci oxidu uhličitého, takže zpomaluje zrání. Z toho důvodu se sůl nepřidává do kvasných předstupňů, kde je intenzivní kvašení nutností. Sůl tedy přidáváme až do hotového těsta (Kotrba a Salaquarda, 2010).

Za zmínku také stojí uplatnění v Maillardových reakcích, které spočívají ve zhnědnutí povrchu pečiva způsobené tepelnou reakcí mezi karbonylovými skupinami redukujících cukrů a aminoskupinami. Sůl tuto reakci urychluje (Helou et al., 2016). Aby při tepelné úpravě nedošlo k Maillardovým reakcím, funguje převážně v Číně speciální úprava pečiva. Tou úpravou je dušení. Dušený chléb je vyráběn z pšeničného fermentovaného těsta, poté je vytvarován, sterilován a upravený v páře. Tato příprava chleba je zdravější a pokrm má vyšší nutriční hodnotu. Také se do něho nepřidávají konzervační látky. Nevýhodou je krátká doba trvanlivosti (Ma et al, 2016).

3.2.5 Cukr

Pro výrobu pečiva se využívá disacharid sacharóza ve formě cukru řepného nebo třtinového. Existuje ve dvou formách, a to rafinovaný neboli bílý či hnědý cukr neboli afináda, který je více cítit po melase.

Cukr v pečivu zjemňuje chuť, to je také jeho hlavní význam, do běžného pečiva se přidává v malých dávkách. U jemného pečiva a cukrárenských výrobků je naopak velmi důležitý až charakteristický (Šedivý a kol., 2015).

Cukr slouží pro výživu kvasinek během celého procesu rozmrazování a následného kynutí (Kučerová, 2004).

V případě dostatku maltózy a glukózy v těstu kvasinky sacharózu nespotřebují. Své uplatnění má sacharóza u již zmíněných Maillardových reakcí, kde způsobuje zbarvení kůrky při pečení (Šedivý a kol., 2015).

3.2.6 Tuk

Používají se různé druhy tuků, a to dle typu pečiva, které má vzniknout. Nejčastěji zastoupené jsou rostlinné tuky, ztužené tuky a margariny, někdy také živočišné jako sádlo nebo máslo. Tuky se přidávají v množství od 1 do 5 procent.

Pro zmrazované pečivo je důležité zvýšit množství tuku, který přispívá k eliminaci odlupování kůrky při dopékání pečiva (Šedivý, 2009). Význam tuku tkví také ve zlepšení chuťových vlastností, pečivo je tak vláčnější a jeho trvanlivost je delší. Současně s větším množstvím tuku v pečivu je potřeba dodat zlepšující přípravky (Šedivý a kol., 2015). Pro tyto přípravky je charakteristický výskyt lepku, dále emulgátorů (estery monoacylglycerolu s kyselinou diacetylvinnou), také vitamínu C, stabilizátoru Guarové gumy a enzymů. Přípravky by měly obsahovat lecitin a soli, které napomáhají aktivitě kvasinek. Protože tuk v těstě způsobuje horší vaznost, je zapotřebí současně přidat větší množství droždí (Hlinecký, 2009).

3.2.7 Mléko

Mléko se využívá především v sypké sušené formě, také se do pečiva někdy přidává sušená syrovátka (Šedivý a kol., 2015).

Syrovátka je odpadní látka při výrobě sýrů, tvarohu, másla. Má však mnoho pozitivních vlastností. Obsahuje vitaminy B, C, E a spoustu minerálních, tělu prospěšných látek. Mléčné bílkoviny po modifikaci mají různé funkční vlastnosti. Dokáží fungovat jako zahušřovadla tím, že vážou přebytečnou vlhkost. Tím zlepší stabilitu, texturu a sensorické vlastnosti v těstě určeného k výrobě mraženého pečiva. Modifikovaná syrovátka také dokáže zlepšit reologické vlastnosti. Proto by mohly být modifikované syrovátkové proteiny ve formě koncentrátů zařazeny do výroby všech mražených těst jako zlepšovače těsta (Asghar et al., 2009).

Mléčné složky zlepšují senzorické vlastnosti pečiva, dalším plusem je emulgační schopnost, která zajistí lepší trvanlivost. Jako cukry a soli se také podílejí na Maillardových reakcích. (Šedivý a kol., 2015).

3.2.8 Ostatní suroviny

Dalšími surovinami, přidávajícími se na pečivo, jsou různé posypy, a to jednodruhové či vícedruhové. Jejich význam je převážně estetický. Mezi posypy můžeme zařadit sůl, olejnatá semena, kmín nebo ovesné vločky.

Důležitou součástí jsou zlepšující přípravky a pekařské směsi, které mají za úkol vyrovnat kolísající kvalitu mouky, dodat pečivu požadované vlastnosti, prodloužit trvanlivost. Jako zlepšující přípravky můžeme uvést kyselinu askorbovou, emulgátory, regulátory kyselosti, enzymy (Šedivý a kol., 2015). Všechny tyto přípravky musí být povinně uvedeny na obale, a to názvem nebo identifikačním číslem. Jednotlivé složky se pak píšou sestupně dle množství. Pokud mohou mít škodlivý účinek na člověka, musí být uvedeno, v jakém množství (Velíšek, 1999).

3.2.8.1 Přípravky užívané při metodách zachlazení a mrazení

Pro technologické metody užívané při zachlazení a mrazení existují speciální pravidla a zlepšující přípravky. Kromě běžných přísad obsahují další složky. Pro tuto technologii je důležité poutat volnou vodu v těstě, k tomu nám dopomohou hydrokoloidy (Šedivý a kol. 2015).

Hydrokoloidy patří mezi nejpoužívanější složky v potravinářském průmyslu, jejich funkcí je zahušťování, želírování, stabilizace, slouží i jako tukové náhražky (Juan-Mei Li and Shao-Ping, 2016). Nejběžněji užívanou látkou je guarová mouka nebo karboxymethyl-celulóza (Šedivý a kol. 2015).

Důležitá je také správná dávka droždí a množství tuku. Droždím se vyrovnávají ztráty kvasničných buněk inaktivovaných mražením. Tuk zajišťuje vláčnost střídy po dobu mražení (Kopáčová, 2000). Daleko podstatnější je však pro finální kvalitu pečiva přesné dodržení

technologických postupů jako šokové zamrazení klonků nebo částečně upečeného pečiva (Šedivý a kol. 2015).

3.3 Technologie mražení ve výrobě pečiva

Čím dál více využívanou technologií v pekařských provozech, je chlad. V současnosti je uplatňována jak u syrových těst, tak u upečených produktů. Zastavení procesů kynutí a pečení zajišťuje, aby měli zákazníci stále k dispozici pečivo a zaručuje jim také takzvaný „benefit čerstvosti“. Výrobu tohoto charakteru lze označit jako způsob uchování trvanlivosti (Řezáč, 2009). Technologie výroby zmrazovaného těsta však neocení jen spotřebitelé, ale i pekárny. Výhodou je usnadnění provozu, protože pekárny vyrábějí jednou týdně a poté podle potřeby rozpékají (Štanglica, 2010).

Je pravidlem, že čím nižší teplota, tím delší trvanlivost. Dle užití teploty pro zmrazování rozlišujeme mražení (-2 až -8 stupňů Celsia) a hluboké mražení (-18 až -25 stupňů Celsia). Mražení je chápáno jako konzervace, při které se zastavují nebo zpomalují fyzikální, biochemické nebo mikrobiální procesy. Cílem je překonat teplotu maximální tvorby krystalů, aby nedošlo k tvorbě velkých krystalů, které by potom mohly znehodnotit výsledný produkt. Krystaly tak mohou potřhat těsto, změnit barvu nebo způsobit ztrátu vitaminů. Hluboké zmrazování je způsob, při kterém se tvoří krystaly minimálně nebo vůbec (Drhák, 1996).

Mrazicí technologie využívá faktu, že voda vázaná v pevném skupenství (ledu) je nevyužitelná pro biochemické děje, tudíž se zmrzlé prostředí chová jako suché bez vody (Hampl, 1962).

Inovativní technologie chlazení a mražení pomáhají vyrovnat produkční špičku, dále udržují rovnoměrné vytížení výroby a kapacity, vyrábí větší šarže a umožní nám mít k dispozici neustále čerstvé pečivo.

Známe několik způsobů a postupů. Hlavní rozdělení se týká fáze výrobního procesu, kde rozlišujeme dlouhé vedení a mražení syrových klonků, které nám zastaví enzymatické a kvasné procesy. Poslední způsob je mražení upečených výrobků, které zajistí zpomalení retrogradace škrobu (Dvořáková 2011).

Například dlouhodobé vedení je prodlužováno malým množstvím kvasu a oddálení a přerušování kynutí je zajištěno nízkými teplotami. Při mrazicích procesech se využívají plynulé

i přerušované metody. Řízené kynutí těst je využíváno stále větším množstvím pekáren. (Řezáč 2011).

3.3.1 Řízené kynutí

Metoda řízeného kynutí umožní přerušování výroby na dobu až šedesáti hodin. Je nutné udržovat co nejnižší teplotu těsta a po dokončení výroby pečivo vložit do chladniček, které by měly chladit na pět stupňů Celsia (Hlinecký, 2009).

Řízené kynutí lze charakterizovat jako metody výroby vedoucí ke splňování požadavků čerstvosti a výborné chuti v průběhu celého dne. Řízené kynutí jde rozdělit na prodloužené kynutí, zpomalené kynutí a přerušované kynutí (Dřízal, 2011a).

3.3.1.1 Technologie prodlouženého kynutí

Prodloužené kynutí, tj. dlouhé vedení je způsob přípravy využívající chladírenskou techniku, která zchladí vytvarované klonky na teplotu 1 až 5 stupňů Celsia.

Po zchlazení se klonky nechají 16 hodin kynout, v první fázi na 20 stupňů Celsia, poté v kynárně, kde je 32 stupňů Celsia. Důležitým krokem je neustálé hlídání klonků, aby při dlouhé době kynutí neosychaly na povrchu a nekynuly nerovnoměrně. Aby klonky neosychaly, lze použít plachty, kterými se přikryjí celé vozíky s klonky. Tyto příkrývky zajistí standardní a stálé klimatické podmínky. Samozřejmostí pro zamezení tohoto problému je také užití kvalitních vstupních surovin. Podstatné je zajistit velmi pozvolný nárůst teplot po zchlazení vytvarovaných klonků. Právě pomalý nárůst teplot je velmi důležitý kvůli zachování rovnoměrnosti kynutí a prevence proti nerovnoměrně pórovité střídě (Skalický, 2009). Žitno – pšeničné druhy pečiva mají v průběhu kynutí sklon k roztékání, z toho důvodu nesmí doba prodlouženého kynutí přesáhnout šest hodin. Aby se toho docílilo, dávka droždí je snížena na nejvýše 1 % (Dvořáková, 2009).

Ostatní technologie ve svém postupu zahrnují krok, který nazýváme šokové mražení (Skalický, 2009).

3.3.1.2 Přerušované kynutí syrových klonků

Pro to, abychom docílili při mražení správného výsledku, je nutné mít kvalitní vstupní suroviny, chladné vedení těst, rychlé zmražení, mít správný postup skladování mražených výrobků a zajistit pomalé rozmražení.

Při výběru kvalitních surovin je nutné dbát hlavně na kvalitu mouky, která by měla být vyšší než u mouk užívaných při standardních technologiích.

Velmi důležité při zmrazování je co nejrychleji překonat teplotu -6 až -7 stupňů Celsia. Je to kvůli krystalizaci vody v klonku. Voda začíná krystalizovat již při teplotě 0 stupňů Celsia, ale díky dalším surovinám, které v těstě najdeme (škrob, bílkoviny, tuky, cukr atd.) je ovlivněn bod krystalizace vody.

Po překonání bodu mrazu se začnou tvořit krystaly ledu. Pokles teploty by měl být pomalý, protože se musí kromě ochlazování odvádět skupenské teplo.

Při rychlém zmrazování vzniká velký počet malých krystalků, při zpomalení či zastavení zchlazování molekuly vody putují ke krystalům, které již vznikly a dávají tak dohromady krystaly větší. Tato migrace je nežádoucí, neboť způsobí potrhání lepkové struktury nebo již upečeného výrobku. Dalším problémem je dehydratace výrobků, která při opakovaném rozmražení způsobí, že dehydratované složky již hydratovány nejsou a voda volně vyteče.

Zmražená voda (led) má větší objem, asi o 9%. Tento fakt může při rychlém mražení vytvořit povrchovou krustu, která nedovolí zvětšovat objem. Díky tomu může být kloněk narušen.

Je důležité, aby byl zmrazovací postup přesně upraven dle zařízení, které používáme, dále dle velikosti klonků a jejich počtu (Skalický, 2009).

Metodu přerušovaného kynutí lze rozdělit na základě toho, jestli se mrazí nenakynuté (tzv. zelené) těsto nebo klonky již nakynuté.

3.3.1.2.1 Přerušování kynutí nevykynutých zmražených těstových klonků

Když teplota v jádru klonku dosáhne (-7 stupňů Celsia), klonky se balí do polyetylenových sáčků a dojde k jejich uskladnění. Teplota skladování je (-18 stupňů Celsia). K rozmražení dochází při pokojové teplotě po dobu jedné hodiny, následuje kynutí v kynárně trávající půl hodiny.

3.3.1.2.2 Přerušené kynutí vykynutých zmražených těstových klonků

Klonky nakynuté ze 2/3 až 3/4 se šokově zmrazují. Teplota tohoto mrazení je (-30 stupňů Celsia). Do půl hodiny je nutné dosáhnout teploty jádra klonku (-7 stupňů Celsia). Po dosažení této teploty se klonky balí do polyetylenových sáčků a dobře uzavírají. Skladování probíhá při teplotě (-18 stupňů Celsia), a to po dobu dvou až tří měsíců (Bozděch, 2009).

3.3.2 Mražení upečených výrobků

Úplné upečení výrobků s následným mražením je metoda vyvinutá v 80. letech minulého století. Je užívána při nárazovém zvýšení odbytu spíše při řešení problému ve výrobě.

Pečivo se upeče běžným způsobem, nechá se samovolně ochladit na 70 stupňů Celsia, po dosažení této teploty se rychle mrazí na -7 stupňů Celsia kvůli zabránění retrogradace škrobu. Následně se mrazí na teploty -18 a nižší (Skalický 2009).

Retrogradace škrobu je proces, při kterém dojde ke zpětné krystalizaci po předchozí hydrataci molekul škrobu, rozpadu škrobových granulí a přechodu do roztoku (Marounek a Havlík, 2013).

3.3.3 Skladování zmražených výrobků

Při skladování by nemělo docházet k výkyvům optimálních skladovacích podmínek. Narušení by mohlo způsobit opakované rozmrazání a zamrznání celých klonků nebo jejich částí. Při skladování nastává rekrystalizace, což je změna tvaru krystalů nebo spojování sousedních. Dále se můžeme při skladování setkat se sublimací krystalů ledu přímo z povrchu klonků, což zapříčiní hmotnostní ztráty, je proto důležité tomu zabránit přikrytím nebo zabalením (Dvořáková, 2011).

3.3.4 Rozmrazování výrobků

Rozmrazovací proces je pomalejší než zmrazovací. Je to díky tomu, že teplo, které je vně, se musí dostat dovnitř produktu. Délka samotného rozmrazování závisí na obsahu vody, která je méně vodivá než led. Při rozmrazování dochází k tání ledových krystalů. Tím se zvýší

obsah vody a zhorší se vedení tepla do nitra klonku. Proto je důležité při rozmrazování dodržovat zvolené postupy (Dvořáková, 2011).

Klonky jsou umístěny na plechy či vozy, zde dochází k pozvolnému rozmrazování při pokojové teplotě od půl do jedné hodiny. Lze využít i inovativní technologie jako rozmrazovací boxy, kde je teplota řízená na 38 stupňů Celsia a k rozmrazení dojde za 15 minut (Příhoda a kol., 2003a).

3.3.5 Dokynutí

Velmi důležitou a podstatnou součástí fermentace je dokynutí. Je podmínkou regenerace těsta po procesu mražení. Jde o to, aby výrobek měl ve finále dostatečný objem. Dokynutí probíhá ve většině případů na plechách. Dotvarované kusy padají na pečící plechy nebo se odsazují ručně. Plechy jsou skládány nad sebou ve vozíku. Celý vozík je pak umístěn v kynárně, kde musí být relativní vlhkost vzduchu minimálně 70 procent a teplota 28 stupňů Celsia. Při dodržení těchto postupů by mělo dojít k požadovanému nakynutí a zvětšení objemu výrobku (Příhoda a kol., 2003a).

3.3.6 Režimy pečení

Předpékání spočívá v přerušení pečení a rozdělení do dvou částí. Nejprve se pečivo předpeče, poté nastává časová pauza trvající několik dní, nakonec se pečivo dopeče (Skalický, 2009).

Přerušení pečení probíhá různými způsoby, mražení těsta nebo pečiva je prováděno v různých fázích přípravy. První možností je celá výroba v pekárně, včetně přípravy těsta, kynutí a upečení, až poté jde do obchodu. Nebo se v pekárně vyrobí zmrazený polotovar, jehož dokončení v podobě kynutí a upečení probíhá v obchodě s dopékárnou. Poslední možností je, že se pečivo předpeče na 50 – 90% z času celkového pečení, následně zmrazí a dopeče v obchodě.

3.3.6.1 První způsob – kynutí a dopečení probíhající v obchodě

Jsou druhy pečiva, které se vyrobí v pekárně a hluboce zamrazí. Výsledkem je zmrazený polotovar, který se prodá do samotného obchodu, kde potom dojde k prodeji spotřebiteli. Předtím se však musí upéct. Proto se dodává do obchodů, které mají vlastní dopékárnu.

V pekárně se tedy vyrobí tzv. „těstový kus“, ten v určité fázi výroby jde do šokové mrazničky, čímž přerušíme přípravu pečiva. Posléze tento kus putuje do prodejny, kde se pokračuje s jeho výrobou. Po vykynutí se upeče a je tak nabízen zákazníkům „čerstvě upečený“. Tento postup pečivo neznehodnotí, pečivo má stejnou chuť i trvanlivost, jako by bylo celé vyrobeno už v pekárně. Jedná se pouze o přerušení celého technologického pečícího procesu.

Úplně nejdůležitější na celém tomto procesu je technologie zmrazení. U té totiž záleží na tom, zda po jejím provedení zůstane těsto živé. Je nutné, aby kvasinky, které jsou v těstě obsaženy, byly živé a aktivní po rozmrazení. Musí totiž způsobit ono potřebné kynutí, které vytvoří žádoucí objem pečiva. Pokud by šokové zmrazování nemělo takový výkon, který by velmi rychle překonal teplotu mrznutí slané vody v pečivu, mohly by tak vzniknout nechtěné krystalky vody, které by kvasinky usmrtily. Nedošlo by poté k vykynutí a pečivo by bylo znehodnocené. Tento způsob pečení se provádí u pečiva plundrového či listového (Homoláč, 2015, pers. comm).

Tanghe et al (2002) ve své práci popisují výzkum, při kterém došlo ke genetické modifikaci pekařských kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*. Delece genů AQY1 a AQY2 citlivých na nízké teploty a naopak exprese odolného genu hAQP1 u kvasinek způsobily lepší přizpůsobivost na užití mražení v pekařství. Zároveň bylo dokázáno, že tento proces neměl nepříznivý vliv na fermentační schopnosti těchto mikroorganismů.

3.3.6.2 Druhý způsob – pouhé dopečení v obchodě

Tento způsob technologie je uplatňovaný u běžných rohlíků, housek, kaiserek, dalamánků a dalších běžných pečiv. Tyto produkty jsou totiž v obchodě jen krátce dopečeny. Jsou z pekárny dodávány již téměř hotové, jsou předmrazené. V pekárně se pečivo předpeče (po vykynutí) a následně šokově zamrazí. V obchodě již tedy nedochází ke kynutí, ale pouhému dopečení. Problémem těchto výrobků bývá, že nemají příliš dlouhou trvanlivost. Dokud jsou teplé, křupají a mají dobrou chuť. Poté, co vychladnou, ztuhnou (Homoláč, 2015, pers. comm).

3.3.7 Chladírenská technika

Přestože se naše země v chladírenských technologiích nachází v opoždění o 15 let za západními zeměmi, za poslední roky lze pozorovat výrazný posun kupředu, co se týče kvality i kvantity (Skalický, 2009). Uplatnění zmrazovací technologie na hotové pekařské výrobky nebo těsto, má velký význam pro průmysl. Jedná se o zjednodušení produkce, ale také vytvoření určitých zásob a rezerv (Stear et al, 1990).

3.3.7.1 Chladicí látky

Jsou využívány dva druhy chladicích látek, a to chladiva a látky teplonosné. Chladiva jsou kapaliny měnící v chladicím okruhu skupenství kapalně na plynné a naopak, při čemž odebírají teplo cílovému zboží. Vyznačují se nízkou teplotou varu a velkým výparovým teplem. Řadíme mezi ně amoniak, metan, propan, směs izobutanu s propanem, freony a CO₂. Teplonosné látky, předtím než odeberou teplo zboží, přenášejí chlad od chladiva. Při tomto procesu neprocházejí změnou skupenství. Pro tyto účely jsou využívány voda nebo roztoky solí (solanek). Tyto látky mají naopak velmi nízkou teplotu tuhnutí.

V pekárnách je využíván jeden z těchto způsobů chlazení (Skalický, 2009).

3.3.7.2 Chladicí systémy

V dnešní době jsou nejvíce využívanými systémy pro zmrazování pekařských produktů chlazení a zmrazování konvekční, kontaktní (deskové) a kryogenní (Stear et al, 1990).

Kvůli stále většímu objemu produkce bylo nahrazeno původní šaržové zmrazování kontinuálními systémy. Ty jsou součástí většiny velkých pekařských podniků (Kopáčová, 2000).

3.3.7.2.1 Konvekční zmrazování

Konvekční zmrazování neboli zmrazování v proudu vzduchu spočívá ve vystavení výrobku proudu ledového vzduchu o teplotě -29 stupňů Celsia až -40 stupňů Celsia (Příhoda a kol., 2003a).

Studený vzduch, který přebere teplo výrobkům, se na výparníku znovu chladí. Platí, že čím rychleji vzduch proudí, tím kratší čas je zapotřebí pro ochlazení výrobků. Při příliš vysoké rychlosti (více než 10 metrů za sekundu) může dojít k nežádoucímu vysušování pečiva (Szemes, 2003).

V dřívějších technologiích byly výrobky zabalené v kartonech umísťovány do mrazicích komor. Negativem toho bylo nerovnoměrné působení mrazu, výrobky uprostřed kartonu tedy potřebovaly mnohem delší dobu ke zmražení než krajní. V dnešní době je užíváno spirálových dopravníků (Příhoda a kol., 2003a).

Tento nejstarší styl zmrazování patří k nejvíce užívaným způsobům zmrazování (Stear et al, 1990).

Konvekční zmrazování lze rozdělit na kompresorové a absorpční. Kompresorové chlazení využívající průmyslových chladicích agregátů, je doplněno o dochlazovač a sběrač chladiva, odlučovač oleje, odtávací zařízení výparníku, řídicí systém a jiné. U výkonnějších strojů jsou i ventilátory. Absorpční chlazení se v pekárnách příliš nepoužívá. Je u něho výhodné využít ztrátového odpadního tepla (Skalický, 2011).

3.3.7.2.2 Kontaktní zmrazování

Deskový chladicí systém se uplatňuje výhradně ke zmrazování plochých balených výrobků. Mrazicí jednotkou jsou v tomto případě zmrazování horizontálně uspořádané desky v řadě, kam proudí vypařující se chladivo vytvořenými kanály. Výrobky určené ke zmražení jsou umístěny mezi desky, a to tak, aby každý byl svou horní i spodní plochou v kontaktu s chladicí deskou. Deskové zmrazování tedy velmi účinně přenáší teplo z výrobků.

Kontaktní zmrazování má, oproti konvekčnímu, výhodu v úspoře prostoru. Nevýhodou je vyšší náklad a obtížné vynaložení s výrobky odlišného tvaru (Kopáčová, 200).

3.3.7.2.3 Kryogenní zmrazování

Kryogenní zmrazování intenzivně odpařuje zkapalněné plyny při nízké teplotě varu. Jako chladivo se užívá tekutý dusík (při -196 stupních Celsia) nebo oxid uhličitý (při -78 stupních Celsia). Chladivo působí stykem s ochlazovaným produktem, kterému odebírá teplo (Skalický, 2011). Jelikož je dusík plyn, který za daných podmínek nepodléhá chemickým reakcím, může být v přímém kontaktu s potravinami. Proto je právě dusík užíván častěji než oxid uhličitý (Maděra, 2008).

Zařízení pro toto chlazení bývá tunelové (Skalický, 2011).

3.3.7.2.4 Vakuové zmrazování

Zmrazování ve vakuu není příliš běžné. Stále ještě nebyl vyvinut systém, který by splňoval všechny požadavky. Odpařování vody z výrobku snižuje hmotnost celého výrobku, což je negativní efekt. V současnosti jsou sestrojeny vakuové systémy, které minimalizují odpaření, avšak za předpokladu, že zchlazení trvá delší dobu (Cauvain, 2015).

Vakuové chlazení je založeno na závislosti teploty varu kapaliny na okolním tlaku. Při poklesu tlaku vzduchu se sníží teplota varu kapaliny a naopak. Pokud v tomto prostoru je také potravinářský výrobek, který obsahuje vodu a má vyšší teplotu, jeho voda se mění na páru. Tímto procesem se snižuje teplota. Mrazicí zařízení je složené z vakuové komory (Skalický, 2011).

Vzhledem k tomu, že dochází k vysušování pečiva na povrchu vlivem odparu vody, pečivo tak má po upečení křupavou křustu. Hodí se proto pro běžné pečivo jako jsou rohlíky nebo housky, u nichž je křupavost žádoucí. Naopak u italského pečiva Panetonne, které má být měkké i na povrchu, nebude vakuové zmrazování ideální technologií (Cauvain, 2015).

Vakuové mrazení existuje ve dvou variantách. První systém pracuje na způsobu konvenčního chlazení, druhý systém konvekčně. Konvenční systém funguje na principu „nucené cirkulace“ chladného vzduchu. Zatímco konvekční systém využívá přirozeného pohybu chladného vzduchu (Hliněnský, 2016).

3.3.7.3 Chladicí zařízení

V pekárnách se užívají různá provedení chladicích či mrazicích zařízení. Nejběžnější jsou skříně, boxy, komory, tunely. Produkty jsou sem ukládány na plechy, vozíky nebo dopravníky (Skalický, 2011).

3.3.7.3.1 Šokové mrazírny

Šokové mrazírny mají obrovský význam pro budoucí pekařské výrobky, jejich kvalitu a finální vzhled. Jak již bylo uvedeno, při mražení je nutné zabránit tvorbě velkých ledových krystalů rychlým překonáním teploty -5 až -7 stupňů Celsia. Tudíž musí mít „šokér“ v této fázi největší výkon (Skalický, 2011). Aby došlo k mikrokrystalizaci a zůstaly zachované

organoleptické vlastnosti pečiva, je potřeba pečivo zmrazit za 30 až 60 minut. Po rozmrazení poté nedojde ke ztrátě hmotnosti či konzistence (Malá, 2009).

Stroj by měl obsahovat výkonný kompresorový chladič s možností ochlazení až na -40 stupňů Celsia, zařízení na odtávání námrazy z výparníku a ventilátory pro rovnoměrné proudění studeného vzduchu. Rychlost proudění má být 4 až 8 metrů za sekundu. To neplatí pro uskladňovací šokéry, ty by měly mít rychlost vzduchu do 1 metru za sekundu. Pokud by byla rychlost vyšší, mohlo by dojít k námraze na výparníku a rychlému vysychání výrobků (Skalický, 2011). Po zmražení následuje uskladnění, při němž by nemělo docházet k větším teplotním výkyvům než ± 1 stupeň Celsia (Malá, 2009).

3.4 Vliv mražení na těsto a pečivo

Výrobu zmražených produktů lze charakterizovat jako způsob zachování trvanlivosti díky přerušení procesu kynutí, pečení nebo dalších fází výroby.

Po zmražení je možné na těstech sledovat řadu technologických procesů, které mohou být posuzovány a hodnoceny. Po zmražení nenakynutého těsta je například po jeho roztátí nutné prodloužit fázi kynutí. Ta způsobí dřívější poškození kvasinek a snížení stupně kynutí nebo rozpad vaznosti neboli omezený objem plynů (Řezáč, 2011). Selomulyo a Zhou (2007) uvádí, že negativním dopadem na těsto po zmrazení, je také rozpad proteinové sítě.

V pekárnách jsou využívány postupy přerušení či oddělení výroby těsta. Nenakynuté (zelené) nebo předkynuté klonky jsou zamrazeny, s tím souvisejí i metody usměrňování kynutí (Řezáč, 2011).

3.4.1 Stárnutí pečiva v důsledku rozmrazování

Stárnutí vlivem rozmrazování je nejvíce viditelné u kynutého pečiva. Rozmrazované výrobky tuhnou rychleji než čerstvé. Předjít předčasnému stárnutí těchto produktů lze přidávkem většího množství tuku nebo zlepšujících látek jako emulgátory, látky vážící pevně vodu a další (Příhoda et al, 2013).

V práci Selomulyo a Zhou (2007) byl popsán výzkum vlivu zmrazování a následného skladování na pečivo pšeničné běžné a bezlepkové. Zjišťovalo se, které pečivo bude mít na konci pokusu více negativních změn. U pšeničného běžného těsta bylo zjištěno více

negativních změn v důsledku zmrazování než u bezlepkového. Naopak bezlepkové těsto bylo náchylnější na skladovací dobu. Bezlepkové těsto bylo odolnější vůči zmrazování z toho důvodu, že bylo obohaceno o protein. Po přidání vlákniny do těsta vykazovalo pšeničné běžné zvýšenou odolnost jak proti mrazu, tak době skladování. Vláknina tedy má pozitivní účinky na nutriční hodnotu pečiva, ale také na mražení a skladování.

3.4.2 Kvalita předpečených a dopékaných výrobků

Je zřejmé, že po rozmrazení, hotové, předem zmrazované produkty, stárnou rychleji než čerstvě upečené. Jak již bylo uvedeno výše, mražení má nepříznivý vliv na kvasinky a strukturu těsta. Pekařské výrobky mají samy o sobě krátkou trvanlivost, která je mražením ještě zkrácena.

Stárnutí je způsobeno procesem tvrdnutí na základě fyzikálně chemických změn probíhajících uvnitř výrobků. Mezi ně patří změny škrobových granulí (retrogradace amylozy), narušování bílkovinné stavební kostry výrobků nebo špatná technika zmrazení (Dřízal, 2011).

Retrogradace amylozy probíhá v rozmezí teplot -7 až $+55$ stupňů Celsia. Při dosažení teploty 30 stupňů se výrazně zpomaluje. Některé pekárny toho využívají a při převozu se spoléhají na vytápěné vozy s teplotou kolem 30 stupňů, které mohou vláčnost výrobků prodloužit o několik hodin. Retrogradaci lze zastavit při teplotách nižších než -7 stupňů Celsia (Müllerová a Skoupil, 1988).

Právě díky zmíněné retrogradaci má starší pečivo výrazně nižší glykemický index než pečivo čerstvé, teplé. Je to tím, že amyloza vytvoří po retrogradaci krystaly velmi odolné vůči amylose, která je má štěpit (Marounek a Havlík, 2013).

Lze konstatovat, že zmrazovací technologie mají svou výhodu pro obchodní řetězce i pro spotřebitele, kteří mají pečivo stále k dispozici, ale na druhé straně díky teplotám pod bodem mrazu klesá kvalita pečiva, a to ztrátou vlhkosti zhoršenou vazností vody a nárůstem tvrdosti střídy (Dřízal, 2011). Vaznost vody je schopnost udržet vodu v pečivu. Voda je při pečení koloidně vázaná (Müller, 1990).

3.4.3 Reologické hodnocení kvality těsta a pekárenských výrobků

Kvalita pečiva (jeho vlastnosti) se měří reologicky. Reologie je věda, která zkoumá deformaci a tok různých látek. Jde o působení síly na zkoumaný materiál, který působí svou protisilou, jež se následně měří. Svou roli zde hraje i čas působení. Tento způsob analýzy dokáže u každého zkoumaného materiálu stanovit tuhost, viskozitu, tvrdost či houževnatost. Získáme tak kvantitativní popis materiálu, mechanické vlastnosti, informace o molekulové struktuře a složení testovaného vzorku. Dokáže se takto předpovědět chování daného druhu těsta při následném zpracování nebo po něm. Předpovídá se výkon pečení, kvalita konečného výrobku či změny při skladování, teplota a stárnutí.

Proces měření probíhá tak, že výrobek je deformován na speciálním přístroji na měření reologie. Tyto stroje jsou automatizované, většinou poháněné motorem (Dobraszczyk, Morgenstern, 2003).

Pro měření reologických vlastností těsta existuje řada speciálních přístrojů. Některé slouží skutečně jenom na sledování reologického chování těsta. Z výsledků měření potom vyvodí vlastnosti mouk nebo zrní. Další typy přístrojů dokáží stimulovat různé technologické pochody. Díky reologickým měřením lze předpovídat chování materiálů a zajistit možnost včasných zásahů do provozu (Kadlec, 2007).

Mezi reologické stroje patří farinograf, který zaznamenává odpor těsta při hnětení. Dalším je extenzograf, což je přístroj na měření pružnosti těsta. Přístroj, který měří stabilitu a sílu těsta, se nazývá Mixograf. Dalším přístrojem na měření kvality těsta pro následné pekárenské využití, je Alveograf (Cauvain, 2012).

V práci Fik. a Surówka (2002) byl studován vliv různého stupně předpečení na vlastnosti dopečeného výrobku. Pro pokus byl využit pšenično-žitný chléb, který byl zmrazován po různých dobách předpečení i úplném dopečení. U výrobků byl posuzován vzhled, barva, chuť a vůně, dále tloušťka kůrky, poréznost, pružnost a homogenita střídy. Také se hodnotil řez chleba, tvrdost, žvýkatelnost a lepivost.

Pro hodnocení byla zvolena nejvyšší hranice bodů, a to 32. Ve výsledku získal čerstvý chléb 31, zmrazený a rozpečený po 1 týdnu 26 a po 5 týdnech 21 bodů.

Také bylo zjištěno, že tvrdost se zvýšila o 30 %, potřebná síla na krájení o 5% u kůrky a naopak snížení síly o 30% u střídy kvůli zhoršené soudržnosti. Také pružnost se snížila o 20%.

3.4.4 Senzorické hodnocení kvality pekárenských výrobků

Smyslová analýza se stává v posledních letech velmi užívaným způsobem posuzování kvality pekárenských výrobků. Měřicím nástrojem se tak stává samotný kvalifikovaný člověk. Ten hodnotí svými smysly výrobky na základě vlastních zkušeností, preferencí a hodnot, aby našel dokonalý výrobek.

Chuť v těstě vytváří především produkty fermentace. Také záleží na způsobu přípravy pečiva. Například chléb z kvásku je přirozeně nakyslý. (Sun, 2006).

Před samotným hodnocením se musí důsledně připravit vzorky. Je nutné dodržovat postupy. Musí být dodržovány obecné pokyny, protože je při tomto typu analýzy kladen velký nárok na psychický stav hodnotitele.

3.4.4.1 Odběr a příprava vzorků

Před přípravou vzorku se musí brát v potaz datum použitelnosti daného výrobku, respektive datum jeho minimální trvanlivosti. Prošlé výrobky nelze zařadit do oběhu. Za určitých podmínek (zdravotní nezávadnost) lze přistoupit k hodnocení.

Musí být dodrženy stejné podmínky pro všechny posuzovatele. Výrobky se podávají neupravené a při pokojové teplotě. Dle sledovaného cíle poté můžeme stanovit metody hodnocení.

Při posuzování je nutné zachovat anonymitu vzorků.

3.4.4.2 Hodnocení vzorků

Pokud se hodnotí barva, vzorek leží v dopadajícím světle a má za sebou bílé pozadí nebo v procházejícím světle proti světelnému zdroji. Při pachovém hodnocení se vzorek v lahvičce protřepe, vytvořené páry se přiloží k nosu a čichá se. Před chuťovou degustací se ústa propláchnou pitnou vodou. Poté se výrobek vnímá chuťovými receptory. Kvůli zbylým chuťovým stopám po soustu se používá „chuťový neutralizátor“ (voda, čaj, káva a podobně) (Buňka a kol, 2010).

4 Sortiment pekařských výrobků ze zmrazeného polotovaru

Sortiment pekařských produktů byl sledován v supermarketech v Hradci Králové, v supermarketu Albert, Tesco a Penny market. V Pardubicích byl cílem výzkumu supermarket Globus. V Praze byla hodnocena Žabka a posledním obchodem byl Konzum v Kunvaldě v Orlických horách.

Hodnoceno bylo správné označení výrobků, zda jsou skutečně rozpékané produkty ze zmrazených polotovarů rozlišeny od čerstvého pečiva.

Cílem pozorování bylo běžné pečivo, chléb a pečivo jemné. Překvapivé bylo zjištění, že jednotlivé obchodní řetězce přistupují k označování a přípravě pečiva různě. Některé vlastní svou pekárnu, kde pečou malou část nabídky pečiva. Spousta supermarketů má pouze dopékařnu, která je využívána na dopékání polotovarů.

V Hradci Králové pochází většina čerstvých pekařských výrobků z místní Hradecké pekárny. Příjemným zjištěním byl fakt, že prodavači v obchodech pravidelně doplňují „čerstvé pečivo“ ze svých dopékařen. O teplé křupavé dalaňky či kaiserky tedy v obchodech nouze není.



Obr. č. 1 Předpečené pečivo určené k zmrazení
Vlastní fotografie

4.1 Nabídka jednotlivých supermarketů

4.1.1 Supermarket Albert

Albert patří mezi menší supermarkety, jeho nabídka pečiva je tedy oproti větším řetězcům menší.

V Albertu nebyl problém s rozeznáním čerstvého pečiva od dopečených polotovarů. Vše je pěkně přehledně označené na ceduli u každého koše s konkrétním produktem. Albert v Hradci Králové je poměrně velkým odběratelem produktů z Hradecké pekárny. Naleznete v něm tedy mnoho druhů pečiva právě z ní.

4.1.1.1 Sortiment

4.1.1.1.1 Čerstvé běžné pečivo

V nabídce čerstvého běžného pečiva je houska raženka, finský rohlík, rohlík a houska staročeská, farmářská bageta s ječmenem, sýrový rohlík, tukový rohlík a rohlík Smékalův. Tyto výrobky pocházejí právě z již zmiňované Hradecké pekárny.

4.1.1.1.2 Běžné pečivo ze zmrazeného polotovaru

Běžné pečivo ze zmrazeného polotovaru je zde zastoupeno anglickým rohlíkem, francouzskými bagetami všech velikostí, rustikální bagetou, makovou bagetou, venkovským bochánkem, bagetou sedmizrnou, bulkou sedmizrnou, rohlíkem císařským, zrnem s pšeničnými klíčky, ciabattou rustikální, kornbagetou, rohlíkem francouzským, cereální raženkou, dalamánkem, všemi druhy kaiserek, žitnou plackou, bagetou sedláckou, bagetou malou světlou.

4.1.1.1.3 Čerstvé chleby

Čerstvé chleby jsou tu Šumavské, konzumní, žitno-pšeničné, tmavé pšeničné, Maďarské, Trojské, chleby se špaldou a dýňové.

4.1.1.1.4 Chleby ze zmrazeného polotovaru

Ze zmrazeného polotovaru je chléb kváskový, chlebanek, celozrnný, horalský, žitný, vesnický, kmínový, švýcarský, slunečnicový, sedlácký a maltézský.

4.1.1.1.5 Čerstvé jemné pečivo

Ve skupině čerstvých (většinou z Hradecké nebo Smékalovy pekárny) je taštička sýrová, listový koláč, koblihy, Smékalova buchta, koláč vícezrnný a perníkový řez.

4.1.1.1.6 Jemné pečivo ze zmrazeného polotovaru

Ze zmrazeného polotovaru jsou tu všechny donuty, čokoládový závitek, hřeben listový plněný, koláč, závin tvarohový, perníková bábovka, croissant s párkem, croissant máslový i plněný, všechny pokrmy z listového těsta a loupák.

Zklamáním bylo, že některé vyprodané výrobky nebyly doplněny novými. To způsobilo, že v odpoledních hodinách chyběla téměř polovina pečiva z nabízeného sortimentu prodejny.

4.1.2 Tesco – hypermarket

Dalším zkoumaným obchodem bylo Tesco. Tesco je součástí velkého obchodního centra a má otevřeno nonstop. Je to také jeden z největších obchodů s potravinami v Hradci Králové. Proto musí být pečivo neustále dodáváno a chybějící doplňováno.

I v Tescu je značení pečiva viditelné, přehledné, správně popsáno. Zákazníci zde mají na výběr z velkého množství jak čerstvého (mají vlastní pekárnu, což je oproti Albertu výhoda), tak dopékaného pečiva ze zmrazených polotovarů. Nabídka tohoto řetězce je značně širší, než je tomu v Albertu.

4.1.2.1 Sortiment

4.1.2.1.1 Běžné čerstvé pečivo

Mezi čerstvé, tedy z vlastní pekárny, patří houska cereální, staročeská, maková a tuková, dále kornbageta, kterou pro porovnání mají v Albertu rozpékanou. Dále do této skupiny patří grahamový rohlík, rohlík tukový, staročeský a vícezrnný.

4.1.2.1.2 Běžné pečivo ze zmrazeného polotovaru

Běžné pečivo ze zmrazeného polotovaru je bageta francouzská střední, malá světlá, velká, pšenično-špaldová, bochánek venkovský světlý, tmavý, brioška se sýrem, bulka pizzová, dalamánek chlebový, dalamánek chlebový XXL, houska květová, placka škvarková, rohlík anglický, rohlík lámankový, sedlácký, rustikální bageta normální a s pohankou, večka fit a lámanková.

Dále výrobky od firmy La Lorraine, což je největší výrobce zmrazeného pečiva a Tesco je jeho významným odběratelem. V jejich sortimentu naleznete výrobky jako je celozrnná bagetka se záparou, dřevorubecká bageta střední, kaiserka cereální, natural a se sezamem, kornbageta střední (mají tedy dva druhy kornbaget, jedna čerstvá, druhá rozpečená), mini ciabatta rajčatová, olivová, multicereální rustikální bageta, sedmizrnný rohlík, tmavá kostka, ciabatta s provensálským kořením.

4.1.2.1.3 Čerstvé chleby

Z chlebů čerstvých je v nabídce kmínový, konzumní, Šumava a venkovský.

4.1.2.1.4 Chleby ze zmrazeného polotovaru

Ze zmrazených a následně rozpečených je potom v nabídce hostivařský pecen, chléb kulatý, kváskový, slovenský, chlebič s kmínem dalaňanový, švýcarský chlebič kroucený s olivami, švýcarský světlý chléb, žitný, dýňový, farmářský, tmavý slunečnicový, žitan, lámankový, švýcarský kroucený rustikální a vícezrnný. Od firmy La Lorraine mají celozrnný a multicereální.

4.1.2.1.5 Jemné čerstvé pečivo

Z jemného čerstvého pečiva zde mají koblihy se všemi náplněmi, koláč makový, meruňkový, tvarohový a velký makovo-tvarohový a makovka.

4.1.2.1.6 Jemné pečivo ze zmrazeného polotovaru

Jako rozpékané pečivo tu jsou uvedeny všechny typy donutů, hřeben ořechový, pudinkový, pletenec pekanový, šnek rozinkový s vanilkovým krémem, vrut koblihořový, croissanty máslové i plněné a sýrové, mřížky všech náplní, pizza klobásová a špenátová. Mezi výrobky od firmy La Lorraine patří makový závin mini, máslový závítek s belgickou čokoládou, meruňková kapsa, skořicový šnek, třešňová kapsa a tvarohový závin mini.

V Tesco pravidelně doplňují zboží, které zákazníci vykoupili. Málokdy se tak stane, že by nějaký nabízený produkt chyběl.

4.1.3 Penny market

V Penny marketu stojí veliké logo „Denně rozpékáme“ nebo „Z naší pece“. Pec se tu sice nachází, ale pouze rozpékací.

4.1.3.1 Sortiment

4.1.3.1.1 Pečivo čerstvé

Čerstvý se tu nabízí pouze konzumní chléb, houska tuková a rohlík tukový.

4.1.3.1.2 Pečivo běžné ze zmrazeného polotovaru

Rozpéká se zde bageta fitness, francouzská, snídaňová, ciabatta, kaiserky cereální, makové a natural, dalamánek, bageta malá světlá a francouzská velká.

4.1.3.1.3 Chleby ze zmrazeného polotovaru

V nabídce je chléb multicereální, chléb dřevorubecký, slunečnicový, chlebánek venezia tmavý, chléb řemeslný a lámankový chléb.

4.1.3.1.4 Jemné pečivo ze zmrazeného polotovaru

Do této skupiny patří croissant, kapsa meruňková, pletenec pekanový, rozinkový šnek, šátek plundrový s tvarohovou náplní, závitok čokoládový, mřížka se šunkou a sýrem, kapsa višňová, tyčinka olivová a zákusek s pudinkem a jahodovou náplní.

Penny market zboží rozpékané pravidelně doplňuje, s čerstvým je to horší. To v odpoledních hodinách většinou chybí.

4.1.4 Globus

Globus má nejlepší nabídku čerstvého pečiva, vlastní velkou pekárnu a o čerstvé pekařské výrobky tady tedy není nouze.

4.1.4.1 Sortiment

4.1.4.1.1 Čerstvé pečivo

Čerstvé tu je jak běžné pečivo, všechny druhy chleba, tak jemné sladké nebo slané pečivo.

4.1.4.1.2 Pečivo ze zmrazeného polotovaru

Ze zmrazeného polotovaru tu je pouze fit croissant.

V Globusu je opravdu velmi obsáhlá nabídka a pečivo pravidelně doplňují.

4.1.5 Konzum

V Konzumu disponují velkým množstvím čerstvého pečiva z místních horských pekáren. Nabízené množství čerstvého pečiva z okolních pekáren je na tak malý supermarket opravdu velké. Malým nedostatkem je poměrně brzké vykoupení produktů a jeho následný nedostatek. Většina pečiva je vyprodána již v ranních hodinách.

4.1.5.1 Sortiment

4.1.5.1.1 Běžné čerstvé pečivo

Z čerstvého běžného pečiva jsou v nabídce sázavské klasické rohlíky, letohradské rohlíky, ličenské rohlíky, nekořské housky a rohlíky, velké, malé zahnuté a sýrové rohlíky z Rokytnické pekárny, housky z Letohradské pekárny, Rokytnické velké a housky z Králické pekárny. Králická, Sázavská a Letohradská pekárna dále dodává tmavé pečivo.

4.1.5.1.2 Běžné pečivo ze zmrazeného polotovaru

Rozpékané ze zmrazeného polotovaru, kterého je zde minimum, dodává firma Novaco. Rozpéká se pět druhů kaiserek, bulka dýňová se sýrem, ciabatta, kornbageta a dalamanek vesnický.

4.1.5.1.3 Čerstvé chleby

V Nabídce čerstvých chlebů ze Sázavské pekárny je chleba Sázavský, bagetový, slunečnicový, malý kmínový, trhankový, mlynářův, žitno-pšeničný a farmářův pecen. Pekárna Nekoř dodává čerstvý žitno-pšeničný chléb. Králická pekárna Falta nabízí čerstvý štítecký chléb normální a kulatý. Pekárna Lično je poskytovatelem chlebanků (chlebová veka). Letohradská pekárna má zde v nabídce žitný chléb a chléb Pecen. Oba jsou samozřejmě čerstvé.

4.1.5.1.4 Jemné čerstvé pečivo

Letohradská pekárna dodává koblihy různých náplní, vázaný koláč (jablko, mák, tvaroh), arašídové rohlíčky a různé druhy závinů. Králická pekárna dodává koláče.

4.2 Celkové hodnocení nabídky supermarketů

Co se týče nabídky čerstvého pečiva, největší množství je k dispozici v supermarketu Globus. U tohoto obchodu je výhodou vlastní pekárna, díky níž jsou čerstvé výrobky neustále doplňovány.

Také Konzum v Kunvaldě má v nabídce mnoho čerstvého pečiva z různých pekáren ze svého okolí. Brzké vyprodání zásob však celkový kladný dojem znehodnotí.

U Tesca, které má vlastní pekárnu, je v nabídce i velké množství rozpékaných výrobků, což je škoda. Díky pekárně by zde mohlo být více čerstvého pečiva.

Albert sice vlastní pekárnu nemá, ale pečivo čerstvé je sem v hojné míře dodáváno od Hradecké pekárny. Nabídka rozpékaného pečiva je v Albertu také široká. Mohlo by zde být zlepšeno dodávání vyprodaného zboží.

Nejmenší nabídku čerstvého pečiva nabízí Penny market. Ten má většinu pečiva ze zmrazeného polotovaru. Rozpékané zboží je však po vyprodání postupně doplňováno.

4.3 Legislativa označování produktů ze zmrazeného polotovaru

Dle vyhlášky č. 333/1997 Sb. pod číslem 182/2012 Sb. O potravinách a tabákových výrobcích, je povinnost označovat při prodeji, jestli byly pekařské výrobky vyrobeny ze zmrazeného polotovaru, a to i u nebaleného pečiva. Toto pravidlo platí převážně u běžného a jemného pečiva, částečně také u chleba.

Pod pojmem čerstvé nebalené pekařské výrobky se skrývají produkty, které ve svém technologickém procesu výroby (od přípravy těsta po upečení) neobsahují přerušení pomocí zmrazení nebo jiné technologické úpravy, které mají za úkol prodloužit trvanlivost. Také platí, že tyto produkty musí být nabízeny spotřebiteli ke koupi nejdéle do 24 hodin po upečení (Kubalová, 2014).

Rozlišení na čerstvé a ostatní potravinářské zboží bude v budoucnu užíváno taktéž u ovoce a zelenin či masa nebo ryb (Dřízal, 2011).

4.3.1 Pravidla pro označování pekařských i cukrářských výrobků po hlubokém zmrazení

Nebalené pekařské výrobky, které jsou v hotovém stavu zmrazeny a prodávány rozmražené, musí být na viditelném místě označeny „rozmrazeno“.

Výrobek v hotovém stavu rozumíme dodělaný výrobek, který už nebude před prodejem spotřebitelům tepelně zpracovaný.

Nebalené pekařské výrobky dokončené ze zmrazeného polotovaru, jsou nabízeny k prodeji spotřebiteli s viditelným označením „ze zmrazeného polotovaru“, kde dokončením chápeme dopečení, dosmažení nebo dozdobení polotovaru přímo v prodejním místě před prodejem (Kubalová, 2014).

4.3.2 Nové definice druhů výrobků dle vyhlášky

Chléb čerstvý je nebalený chléb, jehož výroba nebyla před dokončením přerušena zmrazením nebo jinou technologickou úpravou vedoucí k prodloužení trvanlivosti, a který je zároveň nabízen k prodeji nejdéle do 24 hodin po upečení či obdobné tepelné úpravě.

Běžným pečivem čerstvým je nebalené běžné pečivo, jehož výroba nebyla před dokončením přerušena zmrazením nebo jinou technologickou úpravou vedoucí k prodloužení trvanlivosti a které je zároveň nabízeno k prodeji nejdéle do 24 hodin po upečení či obdobné tepelné úpravě.

Jemné pečivo čerstvé je nebalené jemné pečivo, jehož výroba nebyla před dokončením přerušena zmrazením nebo jinou technologickou úpravou vedoucí k prodloužení trvanlivosti a které je zároveň nabízeno k prodeji nejdéle do 24 hodin po upečení či obdobné tepelné úpravě (Dřízal, 2011).



Obr. č. 2 Označování zmrazených polotovarů

http://www.lidovky.cz/rozmrazeno-pisi-prodejci-peciva-miniaturnim-pismem-fyy-/dobra-chut.aspx?c=A120801_104226_dobra-chut_glu

5 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat přehled literatury o vlivu zmrazeného těsta na jakost a trvanlivost pekařských výrobků.

Vzhledem k velké konkurenci obchodních řetězců, které se předhánějí ve svých nabídkách, je kladen vysoký důraz na čerstvost i kvalitu. Proto jsou stále více využívány rozvíjející se technologie, které umožňují pomocí zmrazování prodloužit trvanlivost pekařských produktů. Existuje spousta metod, jak tyto technologie využít. Je rozdíl v tom, v jaké fázi výrobního procesu je zahrnuto zmrazení. Lze mrazit již hotové produkty, které se pouze rozmrazí nebo polotovary, u kterých je nutno po rozmrazení zahrnout kynutí a pečení. K tomu jsou v pekárenské praxi využívány nejrůznější chladicí přístroje.

Vliv mražení na těsto a pečivo je spíše záporný, neboť díky chemickým změnám dochází k rychlejšímu stárnutí.

Hodnocení kvality je prováděno reologickými nebo senzorickými metodami.

Co se týče sortimentu produktů ze zmrazeného polotovaru, v největší míře je zastoupen ve větších supermarketech, ač mají vlastní pekárny. Ať už je v daném obchodě převaha čerstvého nebo zmrazovaného pečiva, díky legislativě je povinnost tyto produkty označovat.

Díky novým technologiím se stále rozšiřují sortimenty všech prodejen, klesají provozní náklady, rostou tržby a zákazníci jsou spokojeni s velkou nabídkou a nekonečnými možnostmi výběru žádaného produktu.

6 Seznam literatury

- Asghar, A., Anjum, F. M., Allen, C. J., Daubert, Ch. R., Rasool, G. 2009. Effect of modified whey protein concentrates on empirical and fundamental dynamic mechanical properties of frozen dough. *Food Hydrocolloids*, 23. (7). 1687 – 1692.
- Bozděch, V., 2009. Nové technologické postupy a chladičí metody v pekárnách. *Pekař cukrář*. (7). 20 – 21.
- Buňka, F. Hrabě, J. Vospěl, B. 2010. *Senzorická analýza potravin I*. 2. vydání. UTB. Zlín. 157 s. ISBN: 978-80-7318-887-0.
- Cauvain, C. P. 2012. *Breadmaking: Improving Quality*. Edition 2. Elsevier. Withey. 832 p. ISBN: 978-08-570-95695.
- Cauvain, S. 2015. *Technology of Breadmaking*. 3. edition. Springer international publishing. Withey. 408 p. ISBN: 978-33-191-46874.
- Dobraszczyk, M. Morgenstern, P. 2003. Rheology and the Breadmaking Process. *Journal of Cereal Science*. 38. (3). 229 – 245.
- Dodevska. M. S., Sobajic. S. S., Djordjevic. P. B., Dimitrijevic-Strekovic. V. S. Spasojevic-Kalimanovska. V., Djordjevic. B. I. 2015. Effects of total fibre or resistant starch-rich diets within lifestyle intervention in obese prediabetic adults. *European journal of nutrition*. 55 (1). 127 - 137
- Drdák, M. 1996. *Základy potravinářských technologií*. Malé centrum. Bratislava. 512 s. ISBN: 80-967064-1-1.
- Dřízal, J. 2011a. Technologie řízeného kynutí. *Pekař a cukrář*. (4). 23
- Dřízal, J. 2011b. Vliv zmrazování na stárnutí pekařských výrobků. *Pekař a cukrář*. (8). 4
- Dvořáková, J. 2011. Technologie chlazení a mražení. *Pekař a Cukrář*. (4). 33
- Dvořáková, J., 2009, Technologie chlazení v procesu kynutí. *Pekař cukrář*. (7). 18 – 19.

- Fik, M. Surówka, K. 2002. Journal of Science of Food and Agriculture, Society of Chemical Industry. 82. (11). 1268 – 1275.
- Hahn, Y. S. and Hiroyasu, K. 1990. Isolation and characterization of freeze-tolerant yeasts from nature available for the frozen-dought method. Agricultural and biological chemistry. 53 (3). 829 – 831.
- HAMPL, B. 1962. Obecná chemická technologie III.: Přehled potravinářského a kvasného průmyslu. Státní nakladatelství technické literatury. Praha. 456 s.
- Havlík, J., Marounek, M., 2013. Živiny a živinové potřeby člověka: učebnice pro studenty ČZU v Praze. 2. vydání. Česká zemědělská univerzita. Praha. 131 s. ISBN: 978-80-213-2374-2.
- Helou, C., Jacolot, P., Niquet-Léridon, C., Gadonna, P., Tessier, F. 2016. Maillard reaction products in bread: A novel semi-quantitative method for evaluating melanoidins in bread. Food chemistry. 190 (1). 904 – 911.
- Hlinecký, I. 2009. Mražení a řízené kynutí. Pekař a cukrář. 7. 22 - 23
- Horáková, V. 2011. Pekařská jakost odrůd pšenice a žita registrovaných v roce 2011. Obilnářské listy. 3 (3-4). 82 – 84.
- Hrabě, J., Rop, O., Hoza, I. 2006. Technologie výroby potravin rostlinného původu. Univerzita Tomáše Bati. Zlín. 178 s. ISBN: 80-7318-372-2.
- Juan-Mei, L., Shao-Ping, N., 2016. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. Food Hydrocolloids. 53. 46 – 51.
- Jurečka, D. Beneš, F. 2000. Přehled odrůd obilovin. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 143 s.
- Kadlec, P. 2007. Technologie potravin I. VŠCHT. Praha. 300 s. ISBN: 80-7080-509-9.
- Khan, K., Bushuk, W., 1977. Glutenin: Structure and functionality in bread making., Proc. p. 101-115.
- Kopáčová, O. 2000. Některé aspekty zmrazování těst a pekařských výrobků. Výživa a potraviny, Společnost pro výživu. (10). Praha. s. 21 – 23.

- Kotrba, D., Salaquarda, J. 2010. Sůl: významná pochutina i surovina. Pekař a cukrář. XX (10). s. 14
- Kubalová, M. 2014. Zmrazované pečivo rok a půl poté. Vlastovička. (18). 36 - 37
- Kučerová, J. 2004. Technologie cereálií. Mendelova zemědělská a lesnická fakulta. Brno. 141s. ISBN: 978-80-7157-811-6.
- Ma, S., Li, L., Wang, X., Zheng, X., Blan, K., Bao, Q. 2016. Effect of mechanically damaged starch from wheat flour on the quality of frozen dough and steamed bread. Food Chemistry. 202. 117 – 127.
- Maděra, R. 2008. Využití dusíku při mražení a chlazení v pekárenství. Potravinářský zpravodaj. 9 (7). s. 26
- Malá, L. 2009. Proč zmrazovat pekařské a cukrářské výrobky?. Pekař cukrář. (8), 20 – 21.
- Müller, L. 1990. Zbožiznalství potravinářské. 3. vydání. Merkur. Praha. 161 s. ISBN: 80-7032-096-6.
- Příhoda, J., Humpolíková, P., Novotná, D. 2003a. Základy pekárenské technologie. Pekař a cukrář s.r.o. Praha. 363 s. ISBN: 80-902922-1-6.
- Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M., 2003b. Cereální chemie a technologie I – cereální technologie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. VŠCHT. Praha. 202 s. ISBN: 80-7080-530-7.
- Radek Homoláč – ústní sdělení (majitel Hradecké pekárny, Bieblova 849, Hradec Králové 3) dne 10. února 2016.
- Richard Hliněnský – ústní sdělení (chladiřenský odborník A-Z chlazení, s. r. o., Piletická 45, Hradec Králové) dne 8. března 2016.
- Řezáč, J. 2009. Vliv zmrazení na těsto a pečivo. Pekař cukrář. IXX (4), 11
- Řezáč, J. 2011. Technologie řízeného pečení. Pekař a Cukrář. (4). 33
- Selomulyo, V. O. and Zhou. W. 2007. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. Journal of Cereal Science 45.(1). 1-17.

- Skalický, J. 1997. Pekařské technologické výpočty. Ročenka pekaře a cukráře. s. 53
- Skalický, J. 2011. Chlazení a mražení v pekárně. Pekař a cukrář. (5). 37 – 39.
- Skalický, J., 2009. Zařízení a technologie pro chlazení, mražení a expedici výrobků. Pekař cukrář. (8), 17 – 19.
- Stear, Ch. A. 1990. Head book of breadmaking technology. Elsevier science publishers LTD. Barking. 848 p. ISBN: 1-85166-394-0.
- Sun, D. W. 2006. Handbook of Frozen Food Processing and Packaging. Taylor and Francis groupe. London. 760 p. ISBN: 978-14-200-27402.
- Szemes, V. 2003. Stroje a zariadenia v pekárskej a cukrárskej výrobe. Cech pekárov a cukrárov. Promp.302 s. ISBN: 80-968366-6-8.
- Szemes, V., Karovič, V.1991. Chlieb náš každodenný. Alfa-promp. Bratislava. 199 s. ISBN: 80-05-00970-4.
- Šedivý, P. 2009. Přípravky pro řízené kynutí a technologie pečení. Pekař a cukrář. 7. s. 16 - 17
- Šedivý, P., Dostál, J., Kovaříková, D., Martinek, V. 2013. Pekařská technologie 1. Pekař a cukrář s. r. o. Praha. 250s. ISBN: 978-80-903913-7-6
- Šedivý, P., Hanus, M., Nováková, E., Skřivan, P. 2015. Pekařská technologie III. Pekař a cukrář s. r. o. Praha. 280s. ISBN: 978-80-905481-2-1.
- Štanglica, B., 2010. Program chlazení a mražení pečiva, pekárna Hrušová, Pekař a Cukrář, ročník 20, (1), 9 - 12
- Tanghe, A., Dijck, V., Dumortier, F., Tenissen, A., Hohmann, S., Thevelein, J. 2002. Aquaporin expression correlates with freeze tolerance in baker's yeast, and overexpression improves freeze tolerance in industrial strains. Applied and environmental mikrobiology. 68 (12). 5981 – 5989.
- Velišek, J., 1999. Chemie potravin 3. OSSIS. Tábor. 368 s. ISBN: 80- 902391-5-3.

Wrigley, C. Batey, I. L. 2010. Cereal Grains: Assessing and Managing Quality. Woodhead publishing limited. Cambridge. 552 p. ISBN: 978-18-456-99529.